

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT(S): CHOI, Pil-Soon et al.
SERIAL NO.: Not Yet Assigned
FILED: Herewith
FOR: **APPARATUS AND METHOD FOR COMPENSATING FOR
FREQUENCY OFFSET IN A MOBILE COMMUNICATION
SYSTEM**
DATED: March 12, 2004

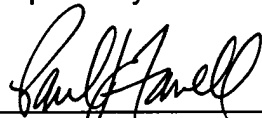
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENTS

Sir:

Enclosed is a certified copy of Korean Patent Appln. No. 15725-
2003 filed on March 13, 2003, from which priority is claimed under 35 U.S.C.
§119.

Respectfully submitted,



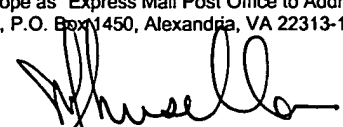
Paul J. Farrell, Esq.
Reg. No. 33,494
Attorney for Applicant(s)

DILWORTH & BARRESE, LLP
333 Earle Ovington Blvd.
Uniondale, NY 11553
(516) 228-8484

CERTIFICATION UNDER 37 C.F.R. 1.10

I hereby certify that this New Application Transmittal and the documents referred to as enclosed therein are being deposited with the United States Postal Service in an envelope as "Express Mail Post Office to Addressee" Mail Label Number EL 995746090 US addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date listed below.

Dated: March 12, 2004



Michael J. Musella



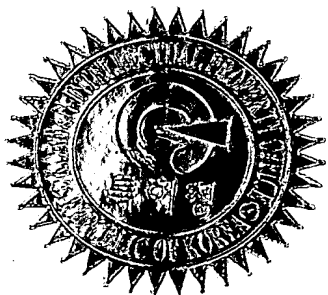
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0015725
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 03월 13일
Date of Application MAR 13, 2003

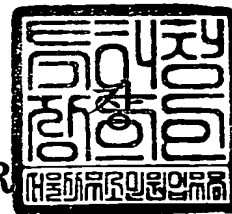
출원인 : 한국과학기술원 외 1명
Applicant(s) Korea Advanced Institute of Science and Technol



2003 년 11 월 25 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】 출원인 변경 신고서

【수신처】 특허청장

【제출일자】 2003.09.17

【구명의인(양도인)】

【명칭】 삼성전자 주식회사

【출원인코드】 1-1998-104271-3

【사건과의 관계】 출원인

【신명의인(양수인)】

【명칭】 한국과학기술원

【출원인코드】 3-1998-098866-1

【대리인】

【성명】 이건주

【대리인코드】 9-1998-000339-8

【포괄위임등록번호】 2003-001449-1

【포괄위임등록번호】 2001-037456-4

【사건의 표시】

【출원번호】 10-2003-0015725

【출원일자】 2003.03.13

【심사청구일자】 2003.03.13

【발명의 명칭】 이동통신시스템에서 주파수 오프셋 보상장치 및 방법

【사건의 표시】

【출원번호】 10-2003-0020828

【출원일자】 2003.04.02

【심사청구일자】 2003.04.02

【발명의 명칭】 무선 송수신장치에서 자가 보상장치 및 방법

【변경원인】 일부양도

【취지】 특허법 제38조제4항·실용신안법 제20조·의장법 제24조 및 상표법 제12조 제1항의 규정에 의하여 위와 같이 신고합니다. 대리인 이건주 (인)

【수수료】 26,000 원

【첨부서류】 1. 양도증_1통 2.인감증명서_1통



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2003.03.13
【국제특허분류】	H03D
【발명의 명칭】	이동통신시스템에서 주파수 오프셋 보상장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	APPARATUS AND METHOD FOR COMPENSATING FREQUENCY OFFSET IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEM
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이건주
【대리인코드】	9-1998-000339-8
【포괄위임등록번호】	2003-001449-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	손미현
【성명의 영문표기】	SON, Mi Hyun
【주민등록번호】	700315-2120913
【우편번호】	151-057
【주소】	서울특별시 관악구 봉천7동 부미아피랑스힐 아파트 201동 206호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이성수
【성명의 영문표기】	LEE, Seong Soo
【주민등록번호】	581001-1051614
【우편번호】	442-810
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 956-2 동신아파트 311동 404호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이귀로
【성명의 영문표기】	LEE, Kwy Ro

【주민등록번호】	520520-1229711
【우편번호】	305-325
【주소】	대전광역시 유성구 노은동 열매마을 811동 1101호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최필순
【성명의 영문표기】	CHOI, Pil Soon
【주민등록번호】	760702-1080213
【우편번호】	305-701
【주소】	대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이건주 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	28 면 28,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	30 항 1,069,000 원
【합계】	1,126,000 원

【요약서】**【요약】**

본 발명은 이동통신시스템의 수신장치에서 수신신호가 가지는 주파수 오프셋을 보상하는 장치 및 방법을 제안한다. 이를 위해 본 발명에서는 데이터 심벌들의 열에 삽입된 훈련 시퀀스를 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 가산 및 감산하여 정형파 성분과 여현파 성분을 구하고, 서로 다른 두 시점에서 구하여진 정형파 성분들과 여현파 성분들에 의해 상기 두 시점에서의 정형파 성분들에 의해 제1 및 제2위상 값들을 얻을 수 있다. 주파수 오프셋은 제1 및 제2위상 값에 의해 그려지는 2차 직선의 기울기에 의해 계산됨으로써 수신신호에 대한 주파수 오프셋을 보정할 수 있다.

【대표도】

도 7

【색인어】

OFDM, 주파수 오프셋, 주파수 보상, 훈련 시퀀스, 주파수 오프셋 추정 값

【명세서】**【발명의 명칭】**

이동통신시스템에서 주파수 오프셋 보상장치 및 방법{APPARATUS AND METHOD FOR COMPENSATING FREQUENCY OFFSET IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEM}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 이동통신시스템에서 주파수 오프셋의 발생을 개념적으로 보이고 있는 도면.

도 2는 이동통신시스템에서 실제 주파수 오프셋의 발생 예를 보이고 있는 도면.

도 3은 모의 실험을 통해 주파수 오프셋을 변화시킴으로써 나타나는 수신 심벌들의 분포 변화를 보이고 있는 도면.

도 4는 통상적인 이동통신시스템에서 훈련신호의 전송 일 예를 보이고 있는 도면.

도 5는 종래 이동통신시스템에서 주파수 오프셋을 보상하기 위한 수신장치의 구조를 보이고 있는 도면.

도 6은 본 발명에서 가정하고 있는 90도 위상 차의 단일 중간 주파수 DCR의 구성을 보이고 있는 도면.

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 이동통신시스템의 수신장치에서 주파수 오프셋을 제거하는 주파수 오프셋 보상장치의 구성을 보이고 있는 도면.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <8> 본 발명은 이동통신시스템에 관한 것으로서, 특히 주파수 동기를 위한 미세 주파수 오프셋을 보상하는 장치 및 방법에 관한 것이다.
- <9> 일반적으로 이동통신시스템에서는 무선채널의 특성에 의하여 위상 지터(phase jitter), 도플러 천이(doppler shift) 등이 발생하거나 수신기의 동조기가 불안정할 경우 송신 주파수와 수신 주파수의 동기화가 이루어지지 않아 주파수 오프셋(Frequency Offset)이 발생하게 되는 원인이 된다. 상기 송신 주파수는 상기 이동통신시스템의 송신장치에서 신호를 전송하기 위해 사용되는 반송파의 주파수이며, 상기 수신 주파수는 상기 이동통신시스템의 수신장치에서 신호를 수신하기 위해 사용되는 반송파의 주파수이다. 상기 주파수 오프셋이 발생하게 되는 원인이 되는 동조기의 불안정은 송/수신기의 국부 발진기간, 즉 반송파간의 동조가 이루어지지 않음을 의미한다.
- <10> 도 1은 통상적인 직교위상편이변조(QPSK : Quadrature Phase Shift Keying) 방식을 사용하는 이동통신시스템에서 송/수신장치를 개념적으로 도시하고 있는 도면이다. 상기 도 1에서 보이고 있는 바와 같이 상기 QPSK 방식을 사용하는 이동통신시스템의 송신장치에서는 전송하고자 하는 정보를 상호 90도의 위상 차를 가지는 동 위상 채널신호(I 채널신호)와 직교 위상 채널신호(Q 채널신호)로써 전송한다. 한편, 상기 QPSK 방식을 사용하는 이동통신시스템의 수신장치에서는 상호 90도의 위상 차를 가지는 동 위상 채널신호(I 채널신호)와 직교 위상 채널신호(Q 채널신호)를 수신하고, 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호로부터 원하는 정보를 복조한다.

<11> 상기 도 1을 참조하면, 전송하고자 하는 베이스 밴드 대역의 I 채널신호와 Q 채널신호는 송신기(110)로 입력된다. 상기 송신기(110)는 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호를 무선 주파수(RF : Radio Frequency) 대역으로 업-컨버전하여 출력한다. 상기 업-컨버전을 위해서는 소정의 반송파가 사용된다. 상기 RF 대역의 송신신호는 전력 증폭기(PA : Power Amp)(120)를 통해 일정 송신전력으로 증폭된 후 안테나를 통해 전송된다. 한편, 상기 송신장치로부터 전송된 신호는 수신장치의 안테나를 통해 수신된다. 상기 안테나를 통해 수신된 RF 대역의 수신신호는 저 잡음 증폭기(LNA : Low Noise Amp)(130)로 입력되어 잡음 성분을 줄이고, 원 신호 성분을 증가시키기 위한 증폭이 이루어진다. 상기 LNA(130)로부터 출력되는 RF 대역의 수신신호는 수신기(140)로 제공된다. 상기 수신기(140)는 상기 RF 대역의 수신신호를 베이스 밴드 대역의 신호로 다운 컨버전하여 출력한다. 상기 다운-컨버전을 위해서는 상기 송신기에서 사용된 반송파와 동일한 반송파가 사용되어야 한다. 하지만, 송신기와 수신기에서 동일한 반송파에 의해 업-컨버전 또는 다운-컨버전을 수행하는 것은 앞에서 살펴본 주파수 오프셋에 의해 거의 불가능하다고 할 것이다. 따라서 다운-컨버전의 신뢰도를 향상시키기 위해서는 수신기에서 주파수 오프셋의 보상이 반드시 요구된다.

<12> 도 2 내지 도 4에서는 상기 도 1에서 보이고 있는 수신기의 구현 예들을 도시하고 있는 도면이다.

<13> 상기 도 2는 I 채널신호와 Q 채널신호 각각을 하나의 믹서를 사용하여 다운-컨버전을 수행하는 구성을 보이고 있다. 상기 도 2에 있어 수신신호 " $A \cos \omega_{RF}t + B \sin \omega_{RF}t$ "는 반송파 " $\cos(\omega_{LO} - \Delta \omega)t$ "와 " $\sin(\omega_{LO} - \Delta \omega)t$ " 각각에 의해 다운 컨버팅(down converting)되어 I 채널신호와 Q 채널신호로 출력된다.

- <14> 상기 도 3은 I 채널신호와 Q 채널신호 각각은 두 개의 믹서들을 사용하여 두 번에 걸친 다운-컨버전을 수행하는 구성을 보이고 있다.
- <15> 상기 도 3을 참조하면, 수신신호 " $A \cos \omega_{RF}t + B \sin \omega_{RF}t$ "는 제1반송파 " $\cos(\omega_{L01} - \Delta \omega_1)t$ "와의 곱에 의해 1차 다운 컨버팅(down converting)된다. 그리고, 상기 1차 다운 컨버전된 수신신호는 제2반송파 " $\cos(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ "와 " $\sin(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ " 각각에 의해 2차 다운 컨버전이 이루어진다. 이때, 송신측에서 사용된 반송파인 $\omega_{RF}t$ 는 " $\omega_{L01} + \omega_{L02}$ "로써 정의되며, 주파수 오프셋인 $\Delta \omega$ 은 " $\Delta \omega_1 + \Delta \omega_2$ "로써 정의된다. 상기 제2반송파 " $\cos(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ "에 의해 2차 다운 컨버팅(down converting)된 신호는 디지털 신호로 변환되어 I 채널신호로 출력되며, 상기 제2반송파 " $\sin(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ "에 의해 2차 다운 컨버팅(down converting)된 신호는 디지털 신호로 변환되어 Q 채널신호로 출력된다.
- <16> 상기 도 4는 I 채널신호와 Q 채널신호 각각은 두 개의 믹서들을 사용하여 두 번에 걸친 다운-컨버전을 수행하는 다른 구성을 도시하고 있는 도면이다.
- <17> 상기 도 4를 참조하면, 수신신호 " $A \cos \omega_{RF}t + B \sin \omega_{RF}t$ "는 제1반송파 " $\cos(\omega_{L01} - \Delta \omega_1)t$ "와 " $\sin(\omega_{L01} - \Delta \omega_1)t$ " 각각의 곱에 의해 1차 다운 컨버팅(down converting)된다. 그리고, 상기 $\cos(\omega_{L01} - \Delta \omega_1)t$ 에 의해 1차 다운 컨버팅(down converting)된 수신신호는 제2반송파 " $\cos(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ "와 " $\sin(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ " 각각에 의해 2차 다운 컨버팅(down converting)이 이루어진다. 한편, 상기 $\sin(\omega_{L01} - \Delta \omega_1)t$ 에 의해 1차 다운 컨버팅(down converting)된 수신신호는 상기 제2반송파 " $\cos(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ "와 " $\sin(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ " 각각에 의해 2차 다운 컨버팅(down converting)이 이루어진다. 이때, 송신측에서 사용된 반송파인 $\omega_{RF}t$ 는 " $\omega_{L01} + \omega_{L02}$ "로써 정의되며, 주파수 오프셋인 $\Delta \omega$ 은 " $\Delta \omega_1 + \Delta \omega_2$ "로써 정의된다. 상기 제1반송파 " $\cos(\omega$

$\omega_{L01} - \Delta \omega_1)t$ "와 상기 제2반송파 " $\cos(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ "에 의해 1차 및 2차 다운 컨버팅(down converting)된 신호는 상기 제1반송파 " $\sin(\omega_{L01} - \Delta \omega_1)t$ "와 상기 제2반송파 " $\sin(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ "에 의해 1차 및 2차 다운 컨버팅(down converting)된 신호가 감산된 후 디지털 신호로 변환되어 I 채널 신호로 출력된다. 한편, 상기 제1반송파 " $\cos(\omega_{L01} - \Delta \omega_1)t$ "와 상기 제2반송파 " $\sin(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ "에 의해 1차 및 2차 다운 컨버팅(down converting)된 신호와 상기 제1반송파 " $\sin(\omega_{L01} - \Delta \omega_1)t$ "와 상기 제2반송파 " $\cos(\omega_{L02} - \Delta \omega_2)t$ "에 의해 1차 및 2차 다운 컨버팅(down converting)된 신호는 가산된 후 디지털 신호로 변환되어 Q 채널 신호로 출력된다.

<18> 하지만 상기 도 2 내지 상기 도 4의 구성을 통해 출력되는 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호는 진폭 성분(A 또는 B)만을 가지는 이상적인 신호가 아닌 주파수 성분을 가지게 된다. 이는 주파수 오프셋인 $\Delta \omega$ 에 의한 것이다. 즉, 상기 주파수 오프셋 $\Delta \omega$ 로 인해 1차 및 2차 다운 컨버팅(down converting) 시 반송파 성분이 완전히 제거되지 않았기 때문이다.

<19> 이와 같이 주파수 오프셋은 수신신호의 위상(phase)을 변화시켜서 반송파들 간의 직교성(Orthogonality)을 잃어버리게 하여 시스템의 복호 성능을 저하시킨다. 상기 주파수 오프셋은 아무리 작다고 하더라도 수신 시스템의 성능을 떨어뜨리는 심각한 원인이 된다. 도 3에서는 모의 실험을 통해 주파수 오프셋을 변화시킴으로써 나타나는 수신 심벌들의 분포를 보이고 있다. 상기 도 3에서는 주파수 오프셋으로 0.2ppm, 1ppm, 10ppm을 적용한 예들을 보이고 있으며, 상기 주파수 오프셋이 증가할수록 수신 심벌들의 오류율이 증가함을 알 수 있다. 그러므로 이동통신시스템에서는 주파수 오프셋으로 인해 반송파들 간의 직교성이 상실되는 것을 방지하기 위한 주파수 동기 기술의 구현은 필수적이라 할 것이다.

<20> 통상적으로 주파수 오프셋은 수신기에서 반송파들 간의 간격을 기준으로 하여 제거한다. 상기 주파수 오프셋은 반송파들 간의 간격으로 나눌 경우 정수부와 소수부로 표현이 가능하다. 여기서, 상기 정수부에 해당하는 초기 주파수 오프셋을 제거하는 과정을 대략적 주파수 동기(Coarse Frequency Synchronization)라 하며, 상기 소수부에 해당하는, 즉 상기 대략적 주파수 동기 후에 남아 있는 잔류 주파수 오프셋을 제거하는 과정이 미세 주파수 동기(Fine Frequency Synchronization)라 한다. 상기 주파수 동기 기술의 일 예로써 직교주파수분할다중(OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식의 이동통신시스템에서는 고속 푸리에 변환(FFT : Fast Fourier Transform)을 수행하기 전인 시간 영역(time domain)의 신호를 이용한 알고리즘과 FFT를 수행한 후인 주파수 영역(frequency domain)의 신호를 이용한 알고리즘으로 분류할 수 있다. 이 중에서 상기 시간 영역의 신호를 이용한 알고리즘으로는 주파수 오프셋의 보상을 위해 데이터 이외에 추가로 전송되는 긴 프리앰블을 이용하는 방법이 일반적으로 사용된다. 이는 IEEE 802.11a의 무선 랜 표준안에서 제안되고 있다.

<21> 전술한 바와 같이 종래 이동통신시스템에서는 주파수 오프셋을 보상하기 위해 긴 프리앰블을 전송하도록 하고, 상기 프리앰블에 의해 주파수 오프셋을 추정하여 수신신호의 주파수 오프셋을 보상하도록 하고 있다. 즉, 종래 주파수 오프셋 보상을 위해서는 전송 프레임에 있어 긴 프리앰블을 사용하여야 하며, 프리앰블에 의해 주파수 오프셋을 보상하기 위한 복잡한 알고리즘이 요구되는 문제점을 가진다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<22> 따라서, 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 수신신호를 이용하여 주파수 오프셋을 추정하여 보상하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

- <23> 본 발명의 다른 목적은 소정 위상 차를 가지는 두 채널신호들을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하여 수신신호에 대한 주파수 오프셋을 보상하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <24> 본 발명의 또 다른 목적은 메모리에 저장된 추정 주파수 오프셋과 수신신호에 대해 간단한 연산을 취함으로써 수신신호의 주파수 오프셋을 보상하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <25> 본 발명의 또 다른 목적은 미리 진폭을 알고 있는 훈련 시퀀스를 통해 주파수 오프셋을 추정하고, 추정한 주파수 오프셋에 의해 수신신호의 주파수 오프셋을 보상하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <26> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 제1견지에 있어, 본 발명은 데이터 심벌들의 열에 미리 정해진 패턴을 가지는 훈련 심벌들이 삽입된 신호를 수신하고, 상기 수신신호를 소정의 반송파에 의해 다운 컨버팅하여 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 출력하는 이동통신시스템의 수신장치에서 상기 동 위상 채널신호와 상기 직교 위상 채널신호의 주파수 오프셋을 보상하기 위한 주파수 오프셋을 추정하는 장치에 있어서, 상기 훈련 심벌들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 가산하여 여현파 성분(cos 성분) 또는 정현파 성분(sin 성분)만으로 이루어진 가산 채널신호를 출력하는 가산기와, 상기 훈련 시퀀스를 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 감산하여 상기 가산 채널신호와 상응하도록 정현파 성분(sin 성분) 또는 여현파 성분(cos 성분)만으로 이루어진 감산 채널신호를 출력하는 감산기와, 서로 다른 두 시점들 각각에서 제공되는 제1 및 제2가산 채널신호들과 제1 및 제2감산 채널신호들을 입력하고, 상기 제1가산 채널신호와 상기 제1감산 채널신호에 의한 제1위상 값과 상기 제2가산 채널신호와 상기 제2감산 채널신호에 의한 제2위상 값을 구하며, 상기 제1위상 값과 상기 제2위상 값에 의해 형성되는 2차 직선의 기울기에 의해 주파수 오프셋을 추정하는 주파수 오프셋 추정기를 포함함을 특징으로 한다.

<27> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 제2견지에 있어, 본 발명은 데이터 심벌들의 열에 미리 정해진 패턴을 가지는 훈련 심벌들이 삽입된 신호를 수신하고, 상기 수신신호를 소정의 반송파에 의해 다운 컨버팅하여 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 출력하는 이동통신시스템의 수신장치에서 상기 동 위상 채널신호와 상기 직교 위상 채널신호의 주파수 오프셋을 보상하기 위한 주파수 오프셋을 추정하는 방법에 있어서, 상기 훈련 심벌들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 가산하여 여현파 성분(cos 성분) 또는 정현파 성분(sin 성분)만으로 이루어진 가산 채널신호를 출력하는 과정과, 상기 훈련 시퀀스를 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 감산하여 상기 가산 채널신호와 상응하도록 정현파 성분(sin 성분) 또는 여현파 성분(cos 성분)만으로 이루어진 감산 채널신호를 출력하는 과정과, 서로 다른 두 시점들 각각에서 제공되는 제1 및 제2 가산 채널신호들과 제1 및 제2감산 채널신호들을 입력하고, 상기 제1가산 채널신호와 상기 제1감산 채널신호에 의한 제1위상 값과 상기 제2가산 채널신호와 상기 제2감산 채널신호에 의한 제2위상 값을 구하며, 상기 제1위상 값과 상기 제2위상 값에 의해 형성되는 2차 직선의 기울기에 의해 주파수 오프셋을 추정하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

<28> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 제3견지에 있어, 본 발명은 데이터 심벌들의 열을 수신하고, 상기 수신신호를 소정의 반송파에 의해 다운 컨버팅하여 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 출력하는 이동통신시스템의 수신장치에서 상기 동 위상 채널신호와 상기 직교 위상 채널신호의 주파수 오프셋을 보상하기 위한 주파수 오프셋을 추정하는 장치에 있어서, 상기 데이터 심벌들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 복조함으로써 출력되는 복조 심벌들 중 미리 정해진 패턴을 가지는 심벌들이 검출될 시 갱신 명령을 출력하는 심볼 검출부와, 상기 데이터 심벌들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는

동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 가산하여 여현파 성분(cos 성분) 또는 정현파 성분(sin 성분)만으로 이루어진 가산 채널신호를 출력하는 가산기와, 상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 감산하여 상기 가산 채널신호와 상응하도록 정현파 성분(sin 성분) 또는 여현파 성분(cos 성분)만으로 이루어진 감산 채널신호를 출력하는 감산기와, 서로 다른 두 시점들 각각에서 제공되는 제1 및 제2가산 채널신호들과 제1 및 제2감산 채널신호들을 입력하고, 상기 제1가산 채널신호와 상기 제1감산 채널신호에 의한 제1위상 값과 상기 제2가산 채널신호와 상기 제2감산 채널신호에 의한 제2위상 값을 구하며, 상기 제1위상 값과 상기 제2위상 값에 의해 형성되는 2차 직선의 기울기에 의해 주파수 오프셋을 추정한 후 상기 갱신 명령에 의해 상기 주파수 오프셋을 출력하는 주파수 오프셋 추정기를 포함함을 특징으로 한다.

<29> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 제4견지에 있어, 본 발명은 데이터 심벌들의 열을 수신하고, 상기 수신신호를 소정의 반송파에 의해 다운 컨버팅하여 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 출력하는 이동통신시스템의 수신장치에서 상기 동 위상 채널신호와 상기 직교 위상 채널신호의 주파수 오프셋을 보상하기 위한 주파수 오프셋을 추정하는 방법에 있어서, 상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 복조함으로써 출력되는 복조 심볼들 중 미리 정해진 패턴을 가지는 심볼들이 검출될 시 갱신 명령을 출력하는 과정과, 상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 가산하여 여현파 성분(cos 성분) 또는 정현파 성분(sin 성분)만으로 이루어진 가산 채널신호를 출력하는 과정과, 상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 감산하여 상기 가산 채널신호와 상응하도록 정현파 성분(sin 성분) 또는 여현파 성분(cos 성분)만으로 이루어진 감산 채널신호를 출

력하는 과정과, 서로 다른 두 시점들 각각에서 제공되는 제1 및 제2가산 채널신호들과 제1 및 제2감산 채널신호들을 입력하고, 상기 제1가산 채널신호와 상기 제1감산 채널신호에 의한 제1 위상 값과 상기 제2가산 채널신호와 상기 제2감산 채널신호에 의한 제2위상 값을 구하며, 상기 제1위상 값과 상기 제2위상 값에 의해 형성되는 2차 직선의 기울기에 의해 주파수 오프셋을 추정하는 후 상기 갱신 명령에 의해 상기 주파수 오프셋을 출력하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

【발명의 구성 및 작용】

<30> 이하 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<31> 일반적으로 이동통신시스템의 수신장치에서 바람직하기로는 수신신호로부터 반송파로 인한 주파수 성분을 완전히 제거함으로써 데이터에 해당하는 진폭 성분만을 얻도록 하는 것이다. 이를 위해서는 반송파로 인한 주파수 성분을 완전히 제거할 수 있는 장치 및 방법이 제안되어야 할 것이다. 따라서, 후술될 본 발명에서는 미리 알고 있는 진폭을 가지는 훈련 시퀀스 또는 특정 심볼 패턴을 가지는 데이터 심볼들에 의해 주파수 오프셋을 추정하여 메모리에 저장하고, 상기 추정한 주파수 오프셋과 수신신호와의 소정 연산을 통해 상기 수신신호의 주파수 오프셋을 보상하는 장치 및 방법을 제안할 것이다.

<32> 후술될 상세한 설명에서 사용되는 용어들 중 훈련 시퀀스는 채널 추정을 위해 데이터 심볼들의 임의의 위치에 삽입되어 전송되는 시퀀스으로써 정해진 포맷을 가진다. 도 10에서는 데이터 심볼들의 열의 앞에 훈련 시퀀스를 삽입하여 전송하는 예를 보이고 있다. 상기 훈련 시퀀스가 가질 수 있는 포맷은 동일한 두 개의 심볼들로 이루어지는 경우와 서로 다른 두 개의 심볼들로 이루어지는 경우가 있을 수 있다. 예컨대, 상기 첫 번째 경우는 (1,1) 또는 (-1,-1)이 될 수 있으며, 상기 두 번째 경우는 (-1, 1) 또는 (1,-1)이 될 수 있다. 본 발명의 실시를 위해

서는 훈련 시퀀스로 앞에서 예시한 어떠한 포맷을 갖더라도 구현이 가능하다. 하지만, 상기 훈련 시퀀스가 동일한 심볼들로 이루어지는 경우와 서로 다른 심볼들로 이루어지는 경우에 있어 주파수 오프셋을 추정하기 위한 수학적인 계산 과정은 구분되어야 한다. 이에 대한 구체적인 설명은 후술될 것이다. 또한 본 발명의 실시 예에서는 프레임을 통해 전송되는 데이터 심볼들 중 훈련 시퀀스와 동일한 포맷을 가지는 데이터 심볼들을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하는 기술에 대해서도 제시할 것이다. 한편, 후술될 본 발명에 따른 상세한 설명에서는 90도의 위상 차의 단일 중간 주파수 DCR(Quadrature Single-IF DCR)을 가정한다.

<33> 1. 훈련 시퀀스를 이용한 실시 예

<34> 이하 이동통신시스템의 송신장치로부터 주파수 오프셋 추정 및 보상을 위해 전송되는 훈련 시퀀스를 이용하여 주파수 오프셋을 추정하고, 상기 추정된 주파수 오프셋에 의해 수신신호에 대한 주파수 오프셋을 보상하는 구성 및 동작에 대해 상세히 살펴보도록 한다. 후술될 설명에서는 상기 훈련 시퀀스가 동일한 심볼들로 이루어진 예와 서로 다른 심볼들로 이루어진 예를 구분하여 설명하도록 한다.

<35> 먼저, 본 발명에서 가정하고 있는 90도의 위상 차의 단일 중간 주파수 DCR에 대해 주파수 오프셋을 추정 및 보상하기 위한 구성을 도 6을 참조하여 살펴보면 다음과 같다.

<36> 송신장치로부터의 수신신호는 안테나를 통해 RF 수신부(610)에 수신된다. 상기 수신신호는 무선 주파수(Radio Frequency) 대역의 신호(이하 "RF 신호"라 칭함)이다. 상기 RF 수신부(610)는 상기 RF 신호를 베이스 밴드(Base Band) 대역의 신호(이하 "BB 신호"라 칭함)로 다운 컨버팅(down converting)하여 출력한다. 상기 RF 수신부(610)의 구성에 대한 예들은 도 2 내지 도 4에서 게시하고 있다. 상기 RF 수신부(610)로부터의 출력은 동 위상 성분인 I 채널신호와

직교 위상 성분인 Q 채널신호로 구분된다. 상기 I 채널신호(I_{RX})는 " $A(t) \cdot \{\frac{I}{2} \cos \Delta \omega t + \frac{Q}{2} \sin \Delta \omega t\}$ "로 표현되며, 상기 Q 채널신호(Q_{RX})는 " $A(t) \cdot \{\frac{-I}{2} \sin \Delta \omega t + \frac{Q}{2} \cos \Delta \omega t\}$ "로 표현된다. 상기 RF 수신부(610)에 의해 다운 컨버팅되는 수신신호는 주파수 오프셋의 추정을 위해 전송되는 훈련 시퀀스를 포함한다. 따라서, 상기 송신장치로부터 전송되는 훈련 시퀀스 또한 전송한 절차에 의해 I 채널신호와 Q 채널신호로써 출력될 것이다. 이하 훈련 시퀀스에 의해 출력되는 I 채널신호를 " I_{tra} "로 표시하며, Q 채널신호는 " Q_{tra} "이라 표시한다.

<37> 상기 RF 수신부(610)로부터 출력되는 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호는 주파수 오프셋 추정부(612)로 제공된다. 상기 도 6에서는 상기 RF 수신부(610)로부터 출력되는 모든 I 채널신호와 Q 채널신호를 상기 주파수 오프셋 추정부(612)로 제공하는 것을 게시하고 있다. 하지만 상기 주파수 오프셋 추정부(612)로는 훈련 시퀀스에 의해 출력되는 I 채널신호 I_{tra} 와 Q 채널신호 Q_{tra} 만이 입력되고, 나머지 I 채널신호와 Q 채널신호는 주파수 오프셋 보상부(614)로 입력될 수 있도록 신호 경로를 형성할 수 있다. 상기 주파수 오프셋 추정부(612)는 상기 I 채널신호 I_{tra} 와 상기 Q 채널신호 Q_{tra} 를 이용하여 원하는 주파수 오프셋 값을 얻을 수 있다. 상기 주파수 오프셋 추정부(612)의 상세 구성과 동작에 대해서는 도 7을 참조하여 후술할 것이다. 상기 주파수 오프셋 추정부(612)에 의해 추정된 주파수 오프셋 값은 주파수 오프셋 보상부(614)로 제공된다. 상기 주파수 오프셋 보상부(614)는 상기 RF 수신부(610)를 통해 수신된 I 채널신호와 Q 채널신호 별로 상기 주파수 오프셋 추정부(612)로부터 제공되는 주파수 오프셋 값에 의해 주파수 보정을 수행한다. 상기 주파수 보정된 I 채널신호와 Q 채널신호는 모뎀부(616)로 제공된다. 상기 모뎀부(616)는 상기 주파수 보정된 I 채널신호와 Q 채널신호에 의해 수신신호를 복조한 후 복조된 데이터를 출력한다.

<38> 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 주파수 오프셋 추정부(612) 및 주파수 오프셋 보상부(614)의 상세 구성을 보이고 있는 도면으로써, 상기 주파수 오프셋 보상부(614)를 상기 도 4의 구조에 적용한 예이다. 상기 도 7에서 보이고 있듯이 상기 주파수 오프셋 추정부(612)는 가산기(712), 감산기(714), 주파수 오프셋 추정기(716) 및 메모리(718)로 구성되며, 상기 주파수 오프셋 보상부(614)는 네 개의 승산기들(722, 724, 726, 728)과 감산기(730) 및 가산기(732)로 구성된다.

<39> 상기 도 7을 참조하면, RF 수신부(610)로부터 제공되는 I 채널신호와 Q 채널신호는 주파수 오프셋 추정부(612)와 주파수 오프셋 보상부(614)로 각각 제공된다. 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호는 상기 주파수 오프셋 추정부(612)의 가산기(712)와 감산기(714)로 입력된다. 상기 가산기(712)는 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호를 가산하여 출력한다. 상기 감산기(714)는 상기 I 채널신호로부터 상기 Q 채널신호를 감산하여 출력한다. 상기 가산기(712)에 의해 가산된 채널신호(이하 "가산 채널신호"라 칭함)와 상기 감산기(714)에 의해 감산된 채널신호(이하 "감산 채널신호"라 칭함)는 주파수 오프셋 추정기(716)로 제공된다. 한편, 상기 가산 채널신호와 상기 감산 채널신호는 정현파 성분(sin 성분) 또는 여현파 성분(cos 성분)만으로 이루어진 신호이다. 예컨대, 상기 가산 채널신호가 정현파 성분을 가지면 상기 감산 채널신호는 여현파 성분을 가진다. 상기 주파수 오프셋 추정기(716)는 상기 가산 채널신호와 상기 감산 채널신호를 엘리먼트로 하는 소정 연산을 통해 주파수 오프셋에 의한 각 속도 변화량($\Delta \omega$)을 계산한다. 상기 $\Delta \omega$ 를 계산하기 위한 연산은 입력되는 훈련 시퀀스의 패턴에 의해 차별화될 수 있다. 즉, 상기 훈련 시퀀스가 동일한 두 개의 심볼들로 이루어진 경우와 서로 상이한 두 개의 심볼들로 이루어진 경우로 구분될 수 있다. 상기 $\Delta \omega$ 를 계산하기 위한 구체적인 연산 과정은 후술하도록 한다. 상기 주파수 오프셋 추정기(716)에 의해 출력되는 상기 $\Delta \omega$ 는 메모리

(718)로 제공되어 저장된다. 상기 메모리(718)에 저장된 상기 $\Delta \omega$ 는 송신장치로부터 주기적으로 전송되는 훈련 시퀀스에 의해 갱신될 것이다. 상기 메모리(718)에 저장된 상기 $\Delta \omega$ 에 의해 결정되는 코사인 값($\cos \Delta \omega t$)과 사인 값($\sin \Delta \omega t$)은 상기 주파수 오프셋 보상부(614)로 제공된다. 상기 주파수 오프셋 보상부(614)의 제1승산기(722)는 상기 I 채널신호와 상기 $\cos \Delta \omega t$ 를 승산하여 출력한다. 상기 제1승산기(722)로부터 출력되는 채널신호는 상기 I 채널신호로부터 주파수 오프셋으로 인한 cos 성분 신호가 제거된 신호이다. 상기 주파수 오프셋 보상부(614)의 제2승산기(724)는 상기 I 채널신호와 상기 $\sin \Delta \omega t$ 를 승산하여 출력한다. 상기 제2승산기(724)로부터 출력되는 채널신호는 상기 I 채널신호로부터 주파수 오프셋으로 인한 sin 성분 신호가 제거된 신호이다. 상기 주파수 오프셋 보상부(614)의 제3승산기(726)는 상기 Q 채널신호와 상기 $\cos \Delta \omega t$ 를 승산하여 출력한다. 상기 제3승산기(726)로부터 출력되는 채널신호는 상기 Q 채널신호로부터 주파수 오프셋으로 인한 cos 성분 신호가 제거된 신호이다. 상기 주파수 오프셋 보상부(614)의 제4승산기(728)는 상기 Q 채널신호와 상기 $\sin \Delta \omega t$ 를 승산하여 출력한다. 상기 제4승산기(728)로부터 출력되는 채널신호는 상기 Q 채널신호로부터 주파수 오프셋으로 인한 sin 성분 신호가 제거된 신호이다. 상기 제1승산기(722)와 상기 제4승산기(728)로부터 각각 출력되는 신호들은 감산기(730)의 입력으로 제공된다. 상기 감산기(730)는 상기 제1승산기(722)로부터의 출력에서 상기 제4승산기(728)로부터의 출력을 감산하여 최종 출력신호로써 A를 출력한다. 상기 제2승산기(724)와 상기 제3승산기(726)로부터 각각 출력되는 신호들은 가산기(732)의 입력으로 제공된다. 상기 가산기(732)는 상기 제2승산기(724)로부터의 출력과 상기 제3승산기(726)로부터의 출력을 가산하여 최종 출력신호로써 B를 출력한다. 상기 감산기(730)로부터 출력되는 상기 A는 " $I \cdot \cos \Delta \omega t - Q \cdot \sin \Delta \omega t$ "로 정의될 수 있으며, 상기 가산기(732)로부터 출력되는 상기 B는 " $I \cdot \sin \Delta \omega t + Q \cdot \cos \Delta \omega t$ "로 정의될 수 있다.

<40> 1.1 동일 심볼들로 구성된 훈련시퀀스에 의한 주파수 오프셋 추정

<41> 후술될 실시 예에서는 훈련 시퀀스가 동일한 두 개의 심볼들로 이루어진 것을 가정하고 있다. 이때, 훈련 시퀀스를 구성하는 두 개의 심볼들의 포맷은 (1,1) 또는 (-1,-1)이 될 수 있다.

<42> 훈련 시퀀스에 포함된 반송파로 인한 주파수 성분은 RF 수신부(610)에 의해 제거된 후 I 채널신호와 Q 채널신호로 출력된다. 상기 I 채널신호 I_{RX} 와, 상기 Q 채널신호 Q_{RX} 는 하기 <수학식 1>로써 표현될 수 있다.

<43>

$$I_{RX} = A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos \phi + \frac{Q}{2} \sin \phi \right\}$$

【수학식 1】

$$Q_{RX} = A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin \phi + \frac{Q}{2} \cos \phi \right\}$$

<44> 여기서, $A(t)$ 는 진폭을 나타내며, ϕ 는 $\Delta \omega t + \phi_0$ 으로 정의되며, 상기 $\Delta \omega$ 는 $2\pi \Delta f$ 로 정의된다.

<45> 하지만, 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호에는 주파수 오프셋으로 인한 주파수 성분 (cos 성분, sin 성분)이 포함되어 있다. 따라서 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호를 가산함으로써 상기 주파수 오프셋으로 인한 주파수 성분들 중 순수한 cos 성분($\cos \Delta \omega t$)을 얻을 수 있다. 또한, 상기 I 채널신호에서 상기 Q 채널신호를 감산함으로써 상기 주파수 오프셋으로 인한 주파수 성분들 중 순수한 sin 성분($\sin \Delta \omega t$)을 얻을 수 있다. 따라서 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호는 가산기(712)에 의해 가산되어 cos 성분인 $\cos \Delta \omega t$ 가 출력되며, 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호는 감산기(714)에 의해 감산되어 sin 성분인 $\sin \Delta \omega t$ 가 출력된다.

<46> 한편, 후술될 주파수 오프셋 추정기(716)에서 주파수 오프셋을 추정하기 위해서는 시간 축상에서 두 시점에서의 위상 값들을 요구된다. 이는 도 8에서 잘 보이고 있다. 상기 도 8은 시간 변화에 따른 위상 변화의 일 예를 보이고 있는 도면이다. 상기 도 8을 참조할 때, t_1 과 t_2 각각에서의 위상 값들 ϕ_1 과 ϕ_2 를 계산하고, 상기 ϕ_1 과 ϕ_2 를 연결하는 2차 직선을 구한다. 이때, 상기 2차 직선과 상기 도 8에서 보이고 있는 좌표의 y축이 만나는 지점의 값이 주파수 오프셋에 의한 위상 값 ϕ 가 된다.

<47> 따라서 본 발명의 실시를 위해서는 두 시점에서의 위상 값을 구하는 것이 요구됨에 따라 t_1 과 t_2 각각에서의 위상 값들을 구하는 과정을 설명하면 다음과 같다.

<48> 상기 훈련 시퀀스의 전송 시점 t 가 t_1 이라 가정할 시 상기 가산기(712)로부터 출력되는 가산 채널신호($I_1 + Q_1$)와 상기 감산기(714)로부터 출력되는 감산 채널신호($I_1 - Q_1$)는 하기 <수학식 2>로써 표현된다.

$$\begin{aligned}
 I_1 + Q_1 &= A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos \phi_1 + \frac{Q}{2} \sin \phi_1 \right\} + A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin \phi_1 + \frac{Q}{2} \cos \phi_1 \right\} = \alpha \cdot \cos \phi_1 \\
 I_1 - Q_1 &= A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos \phi_1 + \frac{Q}{2} \sin \phi_1 \right\} - A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin \phi_1 + \frac{Q}{2} \cos \phi_1 \right\} = \alpha \cdot \sin \phi_1
 \end{aligned}$$

【수학식 2】

<50> 기서, ϕ_1 은 $\Delta \omega t_1 + \phi_0$ 으로 정의되며, 상기 $\Delta \omega$ 는 $2\pi \Delta f t_1$ 로 정의된다.

<51> 상기 <수학식 2>에 의해 계산된 값들은 주파수 오프셋 추정기(716)로 입력된다. 상기 주파수 오프셋 추정기(716)는 상기 두 개의 값들을 통해 상기 도 8에서 보이고 있는 그래프의 기울기(Δf)를 구함으로써 $\Delta \omega$ 를 획득하게 된다. 상기 Δf 를 구하기 위해서는 $\tan \phi_1$ 의 계산이 선행되어야 한다. 상기 $\tan \phi_1$ 은 상기 <수학식 2>에 의해 계산된 값들을 하기 <수학식 3>에 대입함으로써 계산된다.

<52>

$$\tan\phi_1 = \frac{I-Q}{I+Q} = \frac{\alpha \cdot \sin\phi_1}{\alpha \cdot \cos\phi_1}$$

【수학식 3】

<53>

상기 <수학식 3>에 의해 ϕ_1 을 구하게 된다.

<54>

상기 훈련 시퀀스의 전송 시점 t 가 t_2 라 가정할 시 상기 가산기(712)로부터 출력되는 가산 채널신호($I_2 + Q_2$)와 상기 감산기(714)로부터 출력되는 감산 채널신호($I_2 - Q_2$)는 하기 <수학식 4>로써 표현된다.

<55>

$$I_2 + Q_2 = A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos\phi_2 + \frac{Q}{2} \sin\phi_2 \right\} + A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin\phi_2 + \frac{Q}{2} \cos\phi_2 \right\} = \alpha \cdot \cos\phi_2$$

【수학식 4】

$$I_2 - Q_2 = A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos\phi_2 + \frac{Q}{2} \sin\phi_2 \right\} - A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin\phi_2 + \frac{Q}{2} \cos\phi_2 \right\} = \alpha \cdot \sin\phi_2$$

<56>

여기서, ϕ_2 는 $\Delta\omega t_2 + \phi_0$ 으로 정의되며, 상기 $\Delta\omega$ 는 $2\pi\Delta f t_2$ 로 정의된다.

<57>

상기 <수학식 4>에 의해 계산된 값들은 주파수 오프셋 추정기(716)로 입력된다. 상기 주파수 오프셋 추정기(716)는 상기 두 개의 값들을 통해 상기 도 8에서 보이고 있는 그래프의 기울기(Δf)를 구함으로써 $\Delta\omega$ 를 획득하게 된다. 상기 Δf 를 구하기 위해서는 $\tan\phi_2$ 의 계산이 선행되어야 한다. 상기 $\tan\phi_2$ 는 상기 <수학식 4>에 의해 계산된 값들을 하기 <수학식 5>에 대입함으로써 계산된다.

<58>

$$\tan\phi_2 = \frac{I-Q}{I+Q} = \frac{\alpha \cdot \sin\phi_2}{\alpha \cdot \cos\phi_2}$$

【수학식 5】

<59>

상기 <수학식 5>에 의해 ϕ_2 를 구하게 된다.

<60>

전술한 바에 의해 두 지점에서의 위상 값들 상기 ϕ_1 과 상기 ϕ_2 를 구하면, 시간을 x축으로 하고 위상 값을 y축으로 하는 좌표 상에 상기 두 개의 위상 값들 상기 ϕ_1 과 상기 ϕ_2 로 이

루어진 2차 방정식에 의해 2차 직선을 그릴 수 있다. 이때, 상기 2차 직선은 임의의 기울기를 가지게 되는데 상기 기울기가 주파수 오프셋 Δf 가 된다. 상기 Δf 가 계산되면 주파수 오프셋 보상을 위한 각 속도 변화량 $\Delta \omega$ 를 획득하게 된다. 상기 주파수 오프셋 추정기(716)는 전술한 바에 의해 획득한 $\Delta \omega$ 를 출력한다. 상기 출력된 $\Delta \omega$ 는 메모리(718)로 제공되어 저장된다.

<61> 1.2 상이한 심볼들로 구성된 훈련 시퀀스에 의한 주파수 오프셋 추정

<62> 후술될 실시 예에서는 훈련 시퀀스가 서로 다른 두 개의 심볼들로 이루어진 것을 가정하고 있다. 이때, 훈련 시퀀스를 구성하는 두 개의 심볼들의 포맷은 $(-1,1)$ 또는 $(1,-1)$ 이 될 수 있다. 이와 같이 훈련 시퀀스를 구성하는 두 개의 심볼들의 패턴이 상이한 경우라 하더라도 상기 주파수 오프셋 추정부(612)를 구성하는 가산기(712)와 감산기(714)의 동작에는 변함이 없다. 즉, 주파수 오프셋 추정기(716)로 입력되는 두 개의 값들에 대한 정의는 변화가 없다. 단지 입력되는 I 채널신호와 Q 채널신호가 서로 상이한 부호를 가진다는 것이다. 예를 들어 훈련 시퀀스가 $(1,-1)$ 인 경우 상기 I 채널신호 I_{RX} 와, 상기 Q 채널신호 Q_{RX} 는 하기 <수학식 6>으로 표현되며, 훈련 시퀀스가 $(-1,1)$ 인 경우 상기 I 채널신호 I_{RX} 와, 상기 Q 채널신호 Q_{RX} 는 하기 <수학식 7>로 표현된다.

<63>

$$I_{RX} = A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos \phi + \frac{Q}{2} \sin \phi \right\}$$

【수학식 6】

$$Q_{RX} = -A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin \phi + \frac{Q}{2} \cos \phi \right\}$$

<64> 여기서, ϕ 는 $\Delta \omega t + \phi_0$ 으로 정의되며, 상기 $\Delta \omega$ 는 $2\pi \Delta f$ 로 정의된다.

<65>

$$I_{RX} = -A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos \phi + \frac{Q}{2} \sin \phi \right\}$$

【수학식 7】

$$Q_{RX} = A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin \phi + \frac{Q}{2} \cos \phi \right\}$$

<66>

여기서, ϕ 는 $\Delta \omega t + \phi_0$ 으로 정의되며, 상기 $\Delta \omega$ 는 $2\pi \Delta f$ 로 정의된다.

<67>

상기 <수학식 6>에서 정의된 I 채널신호와 Q 채널신호가 입력되는 경우를 가정하면, 주파수 오프셋 추정부(612)의 가산기(712)와 감산기(714)로부터 출력되는 가산 채널신호($I_{RX} + Q_{RX}$)와 감산 채널신호($I_{RX} - Q_{RX}$)는 하기 <수학식 8>로써 표현된다.

<68>

$$I_{RX} + Q_{RX} = A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos \phi + \frac{Q}{2} \sin \phi \right\} - A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin \phi + \frac{Q}{2} \cos \phi \right\} = \alpha \cdot \sin \phi$$

【수학식 8】

$$I_{RX} - Q_{RX} = A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos \phi + \frac{Q}{2} \sin \phi \right\} + A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin \phi + \frac{Q}{2} \cos \phi \right\} = \alpha \cdot \cos \phi$$

<69>

상기 <수학식 7>에서 정의된 I 채널신호와 Q 채널신호가 입력되는 경우를 가정하면, 주파수 오프셋 추정부(612)의 가산기(712)와 감산기(714)로부터 출력되는 가산 채널신호($I_{RX} + Q_{RX}$)와 감산 채널신호($I_{RX} - Q_{RX}$)는 하기 <수학식 9>로써 표현된다.

<70>

$$I_{RX} + Q_{RX} = -A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos \phi + \frac{Q}{2} \sin \phi \right\} + A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin \phi + \frac{Q}{2} \cos \phi \right\} = -\alpha \cdot \sin \phi$$

【수학식 9】

$$I_{RX} - Q_{RX} = -A(t) \cdot \left\{ \frac{I}{2} \cos \phi + \frac{Q}{2} \sin \phi \right\} - A(t) \cdot \left\{ \frac{-I}{2} \sin \phi + \frac{Q}{2} \cos \phi \right\} = -\alpha \cdot \cos \phi$$

<71>

상기 <수학식 8>과 상기 <수학식 9>에 의해 계산된 값들은 주파수 오프셋 추정기(716)로 입력된다. 상기 주파수 오프셋 추정기(716)는 상기 두 개의 값들을 통해 상기 도 8에서 보이고 있는 그래프의 기울기(Δf)를 구함으로써 $\Delta \omega$ 를 획득하게 된다. 상기 Δf 를 구하기 위해서

는 $\tan \phi$ 의 계산이 선행되어야 한다. 상기 $\tan \phi$ 은 상기 <수학식 2>에 의해 계산된 값들을 하기 <수학식 10>에 대입함으로써 계산된다.

<72>

$$\tan \phi = \frac{I+Q}{I-Q} = \frac{\alpha \cdot \sin \phi_1}{\alpha \cdot \cos \phi_1}$$

【수학식 10】

<73>

상기 <수학식 10>에 의해 ϕ 를 구하게 되며, 상기 ϕ 에 의해 원하는 기울기 Δf 를 계산할 수 있다. 상기 Δf 가 계산되면 주파수 오프셋 보상을 위한 각 속도 변화량 $\Delta \omega$ 를 획득하게 된다. 상기 주파수 오프셋 추정기(716)는 전술한 바에 의해 획득한 $\Delta \omega$ 를 출력한다. 상기 출력된 $\Delta \omega$ 는 메모리(718)로 제공되어 저장된다.

<74>

2. 복조된 데이터 심볼을 이용한 실시 예

<75>

이하 본 발명에 따른 주파수 오프셋을 추정하는 다른 실시 예으로써 복조된 데이터 심볼들 중 훈련 시퀀스와 동일한 패턴의 데이터 심볼들이 수신될 시 상기 데이터 심볼들에 의해 추정된 $\Delta \omega$ 를 사용하여 주파수 오프셋을 보상하도록 한다. 이를 위해서는 복호되어 출력되는 데이터 심볼들의 패턴을 감시하고, 훈련 시퀀스와 동일한 패턴이 감지될 시 이를 주파수 오프셋 추정부로 알려주는 구성이 요구된다.

<76>

도 9는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 주파수 오프셋을 추정 및 보상하기 위한 수신 장치의 구성을 보이고 있다. 상기 도 9에서는 상기 도 6의 구성에 데이터 심볼들에 의해 주파수 오프셋을 추정하기 위한 일부 구성을 추가하고 있다.

<77>

이를 상기 도 9를 참조하여 살펴보면, 주파수 오프셋 보정부(914)로부터 주파수 오프셋이 보정되어 출력되는 I 채널신호와 Q 채널신호는 모뎀부(916)로 제공된다. 상기 모뎀부(916)는 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호를 입력하고, 송신장

치에서 사용된 변조방식에 대응하는 복조방식에 의해 상기 I 채널신호와 상기 Q 채널신호를 복조하여 데이터 심볼들의 열을 심볼 검출부(918)로 출력한다. 상기 심볼 검출부(918)는 상기 데이터 심볼들의 열로부터 특정 패턴을 가지는 심볼들을 검출한다. 상기 특정 패턴은 훈련 시퀀스를 구성하는 심볼들의 패턴과 동일할 수 있다. 상기 심볼 검출부(918)는 상기 데이터 심볼들의 열로부터 특정 패턴을 가지는 심볼들이 검출되면 메모리에 저장된 주파수 오프셋 Δf 를 갱신할 것을 요구하는 갱신 요구 명령을 출력한다. 예컨대, 상기 특정 패턴은 (1,1), (1,-1), (-1,1), (-1,-1) 중 하나의 패턴으로 결정될 수 있다.

<78> 상기 갱신 요구 명령을 수신한 주파수 오프셋 추정부(912)는 상기 특정 패턴을 가지는 데이터 심볼들에 대응하는 I 채널신호와 Q 채널신호에 의해 추정된 주파수 오프셋 Δf 에 의해 현재 메모리에 저장된 $\Delta \omega$ 를 갱신한다. 따라서 상기 특정 패턴을 가지는 데이터 심볼들 이후에 수신되는 I 채널신호와 Q 채널신호는 상기 갱신된 $\Delta \omega$ 에 의해 주파수 보정이 이루어진다. 이는 주파수 오프셋 보정을 위한 $\Delta \omega$ 의 갱신 주기를 줄일 수 있어 보다 정확한 주파수 보정이 이루어질 수 있도록 한다.

【발명의 효과】

<79> 전술한 바와 같이 본 발명은 주파수 오프셋을 제거하기 위해 프리앰블에 포함된 훈련 신호를 이용하지 않고 데이터 심볼들에 삽입되어 수신되는 훈련 시퀀스에 의해 주파수 오프셋을 보상하는 구성을 제안함으로써 프리앰블의 길이를 줄일 수 있는 효과를 가진다. 또한, 기존에 주파수 오프셋을 보상하기 위해 요구되는 하드웨어의 복잡도를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 주파수 오프셋을 보상하기 위한 알고리즘을 간소화하는 효과를 가진다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

데이터 심벌들의 열에 미리 정해진 패턴을 가지는 훈련 심벌들이 삽입된 신호를 수신하고, 상기 수신신호를 소정의 반송파에 의해 다운 컨버팅하여 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 출력하는 이동통신시스템의 수신장치에서 상기 동 위상 채널신호와 상기 직교 위상 채널신호의 주파수 오프셋을 보상하기 위한 주파수 오프셋을 추정하는 장치에 있어서,

상기 훈련 심벌들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 가산하여 여현파 성분(cos 성분) 또는 정현파 성분(sin 성분)만으로 이루어진 가산 채널신호를 출력하는 가산기와,

상기 훈련 시퀀스를 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 감산하여 상기 가산 채널신호와 상응하도록 정현파 성분(sin 성분) 또는 여현파 성분(cos 성분)만으로 이루어진 감산 채널신호를 출력하는 감산기와,

서로 다른 두 시점들 각각에서 제공되는 제1 및 제2가산 채널신호들과 제1 및 제2감산 채널신호들을 입력하고, 상기 제1가산 채널신호와 상기 제1감산 채널신호에 의한 제1위상 값과 상기 제2가산 채널신호와 상기 제2감산 채널신호에 의한 제2위상 값을 구하며, 상기 제1위상 값과 상기 제2위상 값에 의해 형성되는 2차 직선의 기울기에 의해 주파수 오프셋을 추정하는 주파수 오프셋 추정기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 훈련 심벌들이 동일 심벌들로 이루어지면 상기 가산기는 여현파 성분의 가산 채널신호를 출력하고, 상기 감산기는 정현파 성분의 감산 채널신호를 출력함을 특

정으로 하는 상기 장치.

【청구항 3】

제2항에 있어서, 상기 제1 및 제2위상 값은 상기 제1 및 제2감산 채널신호 각각을 분자로 하고 상기 제1 및 제2가산 채널신호 각각을 분모로 하는 제1 및 제2정접파 성분(\tan 성분)을 구하고, 상기 제1 및 제2정접파 성분에 의해 얻어지는 두 개의 위상 값들임 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 훈련 심볼들이 동일 심볼들로 이루어지면 상기 가산기는 정현파 성분의 가산 채널신호를 출력하고, 상기 감산기는 여현파 성분의 감산 채널신호를 출력함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 5】

제4항에 있어서, 상기 제1 및 제2위상 값은 상기 제1 및 제2가산 채널신호 각각을 분자로 하고 상기 제1 및 제2감산 채널신호 각각을 분모로 하는 제1 및 제2정접파 성분(\tan 성분)을 구하고, 상기 제1 및 제2정접파 성분에 의해 얻어지는 두 개의 위상 값들임 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 6】

제1항에 있어서,

상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 여현파 성분을 승산한 값에서 상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 직교 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 정현파 성분을 승산한 값을 감산함으로써 제1신호를 출력하고, 상기 동 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 정현파 성분을 승산한 값과 상기 직교 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 여현파 성분을 승산한 값을 가산하여 제2신호로 출력하는 주파수 오프셋 보상부를 더 구비함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 7】

제1항에 있어서, 상기 주파수 오프셋을 저장하는 메모리를 더 구비함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 8】

데이터 심벌들의 열에 미리 정해진 패턴을 가지는 훈련 심벌들이 삽입된 신호를 수신하고, 상기 수신신호를 소정의 반송파에 의해 다운 컨버팅하여 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 출력하는 이동통신시스템의 수신장치에서 상기 동 위상 채널신호와 상기 직교 위상 채널신호의 주파수 오프셋을 보상하기 위한 주파수 오프셋을 추정하는 방법에 있어서,

상기 혼련 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널 신호를 가산하여 여현파 성분(cos 성분) 또는 정현파 성분(sin 성분)만으로 이루어진 가산 채널신호를 출력하는 과정과,

상기 혼련 시퀀스를 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널 신호를 감산하여 상기 가산 채널신호와 상응하도록 정현파 성분(sin 성분) 또는 여현파 성분(cos 성분)만으로 이루어진 감산 채널신호를 출력하는 과정과,

서로 다른 두 시점들 각각에서 제공되는 제1 및 제2가산 채널신호들과 제1 및 제2감산 채널신호들을 입력하고, 상기 제1가산 채널신호와 상기 제1감산 채널신호에 의한 제1위상 값과 상기 제2가산 채널신호와 상기 제2감산 채널신호에 의한 제2위상 값을 구하며, 상기 제1위상 값과 상기 제2위상 값에 의해 형성되는 2차 직선의 기울기에 의해 주파수 오프셋을 추정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 9】

제8항에 있어서, 상기 혼련 심볼들이 동일 심볼들로 이루어지면 상기 가산기는 여현파 성분의 가산 채널신호를 출력하고, 상기 감산기는 정현파 성분의 감산 채널신호를 출력함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 10】

제9항에 있어서, 상기 제1 및 제2위상 값은 상기 제1 및 제2감산 채널신호 각각을 분자로 하고 상기 제1 및 제2가산 채널신호 각각을 분모로 하는 제1 및 제2정접파 성분(tan 성분)을 구하고, 상기 제1 및 제2정접파 성분에 의해 얻어지는 두 개의 위상 값들임 특징으로 하는

상기 방법.

【청구항 11】

제8항에 있어서, 상기 혼련 심볼들이 동일 심볼들로 이루어지면 상기 가산기는 정현파 성분의 가산 채널신호를 출력하고, 상기 감산기는 여현파 성분의 감산 채널신호를 출력함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 12】

제11항에 있어서, 상기 제1 및 제2위상 값은 상기 제1 및 제2가산 채널신호 각각을 분자로 하고 상기 제1 및 제2감산 채널신호 각각을 분모로 하는 제1 및 제2정접파 성분(\tan 성분)을 구하고, 상기 제1 및 제2정접파 성분에 의해 얻어지는 두 개의 위상 값들임 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 13】

제8항에 있어서,

상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 여현파 성분을 승산한 값에서 상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 직교 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 정현파 성분을 승산한 값을 감산함으로써 제1신호를 출력하는 과정과,

상기 동 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 정현파 성분을 승산한 값과 상기 직교 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 여현파 성분을 승산한 값을 가산하여 제2신호로 출력하는 과정을 더 구비함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 14】

제8항에 있어서, 상기 주파수 오프셋을 메모리에 저장하는 과정을 더 구비함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 15】

데이터 심벌들의 열을 수신하고, 상기 수신신호를 소정의 반송파에 의해 다운 컨버팅하여 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 출력하는 이동통신시스템의 수신장치에서 상기 동 위상 채널신호와 상기 직교 위상 채널신호의 주파수 오프셋을 보상하기 위한 주파수 오프셋을 추정하는 장치에 있어서,

상기 데이터 심벌들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 복조함으로써 출력되는 복조 심벌들 중 미리 정해진 패턴을 가지는 심벌들이 검출될 시 갱신 명령을 출력하는 심벌 검출부와,

상기 데이터 심벌들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 가산하여 여현파 성분(cos 성분) 또는 정현파 성분(sin 성분)만으로 이루어진 가산 채널신호를 출력하는 가산기와,

상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 감산하여 상기 가산 채널신호와 상응하도록 정현파 성분(sin 성분) 또는 여현파 성분(cos 성분)만으로 이루어진 감산 채널신호를 출력하는 감산기와,

서로 다른 두 시점들 각각에서 제공되는 제1 및 제2가산 채널신호들과 제1 및 제2감산 채널신호들을 입력하고, 상기 제1가산 채널신호와 상기 제1감산 채널신호에 의한 제1위상 값과 상기 제2가산 채널신호와 상기 제2감산 채널신호에 의한 제2위상 값을 구하며, 상기 제1위상 값과 상기 제2위상 값에 의해 형성되는 2차 직선의 기울기에 의해 주파수 오프셋을 추정한 후 상기 갱신 명령에 의해 상기 주파수 오프셋을 출력하는 주파수 오프셋 추정기를 포함함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 16】

제15항에 있어서, 상기 미리 정해진 패턴은 (1,1), (1,-1), (-1,1), (-1,-1) 중에 하나 임을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 17】

제16항에 있어서, 상기 미리 정해진 패턴이 (1,1) 또는 (-1,-1)이면 상기 가산기는 여현파 성분의 가산 채널신호를 출력하고, 상기 감산기는 정현파 성분의 감산 채널신호를 출력함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 18】

제17항에 있어서, 상기 제1 및 제2위상 값은 상기 제1 및 제2감산 채널신호 각각을 분자로 하고 상기 제1 및 제2가산 채널신호 각각을 분모로 하는 제1 및 제2정접파 성분(tan 성분)을 구하고, 상기 제1 및 제2정접파 성분에 의해 얻어지는 두 개의 위상 값들임 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 19】

제16항에 있어서, 상기 상기 미리 정해진 패턴이 (1,-1) 또는 (-1,1)이면 상기 가산기는 정현파 성분의 가산 채널신호를 출력하고, 상기 감산기는 여현파 성분의 감산 채널신호를 출력함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 20】

제19항에 있어서, 상기 제1 및 제2위상 값은 상기 제1 및 제2가산 채널신호 각각을 분자로 하고 상기 제1 및 제2감산 채널신호 각각을 분모로 하는 제1 및 제2정접파 성분(tan 성분)을 구하고, 상기 제1 및 제2정접파 성분에 의해 얻어지는 두 개의 위상 값들임 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 21】

제15항에 있어서,

상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 여현파 성분을 승산한 값에서 상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 직교 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 정현파 성분을 승산한 값을 감산함으로써 제1신호를 출력하고, 상기 동 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 정현파 성분을 승산한 값과 상기 직교 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 여현파 성분을 승산한 값을 가산하여 제2신호로 출력하는 주파수 오프셋 보상부를 더 구비함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 22】

제15항에 있어서, 상기 주파수 오프셋을 저장하는 메모리를 더 구비함을 특징으로 하는 상기 장치.

【청구항 23】

데이터 심벌들의 열을 수신하고, 상기 수신신호를 소정의 반송파에 의해 다운 컨버팅하여 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 출력하는 이동통신시스템의 수신장치에서 상기 동 위상 채널신호와 상기 직교 위상 채널신호의 주파수 오프셋을 보상하기 위한 주파수 오프셋을 추정하는 방법에 있어서,

상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 복조함으로써 출력되는 복조 심볼들 중 미리 정해진 패턴을 가지는 심볼들이 검출될 시 갱신 명령을 출력하는 과정과,

상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 가산하여 여현파 성분(cos 성분) 또는 정현파 성분(sin 성분)만으로 이루어진 가산 채널신호를 출력하는 과정과,

상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 직교 위상 채널신호를 감산하여 상기 가산 채널신호와 상응하도록 정현파 성분(sin 성분) 또는 여현파 성분(cos 성분)만으로 이루어진 감산 채널신호를 출력하는 과정과,

서로 다른 두 시점들 각각에서 제공되는 제1 및 제2가산 채널신호들과 제1 및 제2감산 채널신호들을 입력하고, 상기 제1가산 채널신호와 상기 제1감산 채널신호에 의한 제1위상 값과 상기 제2가산 채널신호와 상기 제2감산 채널신호에 의한 제2위상 값을 구하며, 상기 제1위상 값과 상기 제2위상 값에 의해 형성되는 2차 직선의 기울기에 의해 주파수 오프셋을 추정 한 후 상기 갱신 명령에 의해 상기 주파수 오프셋을 출력하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 24】

제23항에 있어서, 상기 미리 정해진 패턴은 (1,1), (1,-1), (-1,1), (-1,-1) 중에 하나 임을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 25】

제24항에 있어서, 상기 미리 정해진 패턴이 (1,1) 또는 (-1,-1)이면 상기 가산기는 여현파 성분의 가산 채널신호를 출력하고, 상기 감산기는 정현파 성분의 감산 채널신호를 출력함을

특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 26】

제25항에 있어서, 상기 제1 및 제2위상 값은 상기 제1 및 제2감산 채널신호 각각을 분자로 하고 상기 제1 및 제2가산 채널신호 각각을 분모로 하는 제1 및 제2정접파 성분(tan 성분)을 구하고, 상기 제1 및 제2정접파 성분에 의해 얻어지는 두 개의 위상 값들임 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 27】

제24항에 있어서, 상기 상기 미리 정해진 패턴이 (1,-1) 또는 (-1,1)이면 상기 가산기는 정현파 성분의 가산 채널신호를 출력하고, 상기 감산기는 여현파 성분의 감산 채널신호를 출력함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 28】

제27항에 있어서, 상기 제1 및 제2위상 값은 상기 제1 및 제2가산 채널신호 각각을 분자로 하고 상기 제1 및 제2감산 채널신호 각각을 분모로 하는 제1 및 제2정접파 성분(tan 성분)을 구하고, 상기 제1 및 제2정접파 성분에 의해 얻어지는 두 개의 위상 값들임 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 29】

제23항에 있어서,

상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 동 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 여현파 성분을 승산한 값에서 상기 데이터 심볼들을 다운 컨버팅함으로써 출력되는 직교 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 정현파 성분을 승산한 값을 감산함으로써 제1신호를 출력하는 과정과,

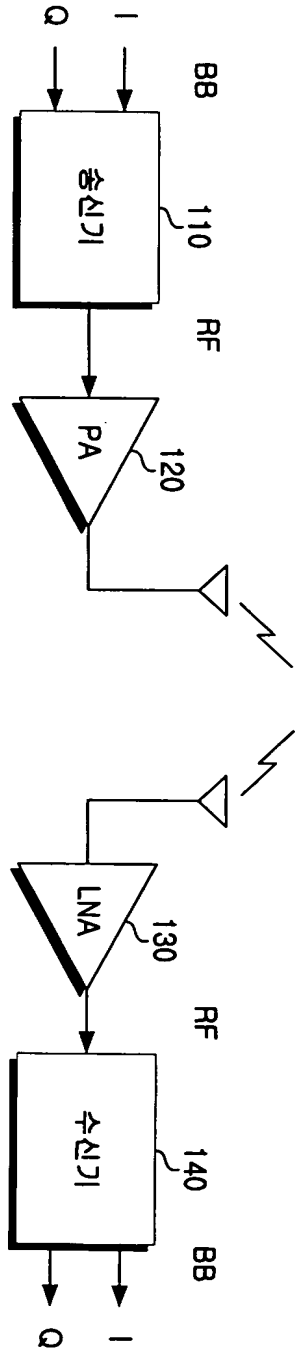
상기 동 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 정현파 성분을 승산한 값과 상기 직교 위상 채널신호와 상기 주파수 오프셋에 의한 여현파 성분을 승산한 값을 가산하여 제2신호로 출력하는 과정을 더 구비함을 특징으로 하는 상기 방법.

【청구항 30】

제23항에 있어서, 상기 주파수 오프셋을 메모리에 저장하는 과정을 더 구비함을 특징으로 하는 상기 방법.

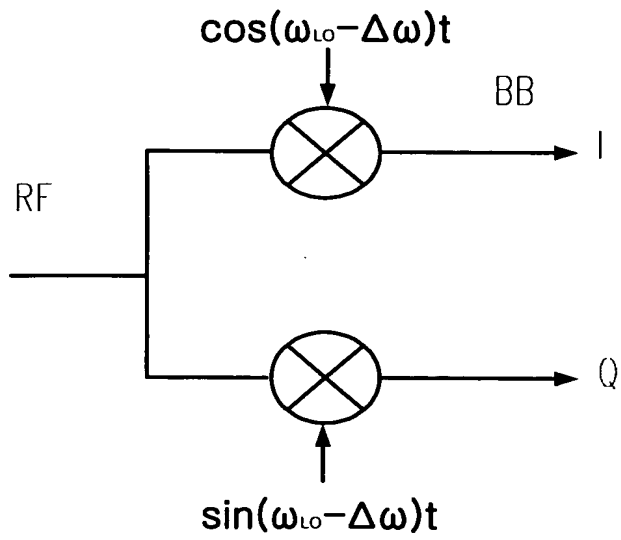
【도면】

【도 1】

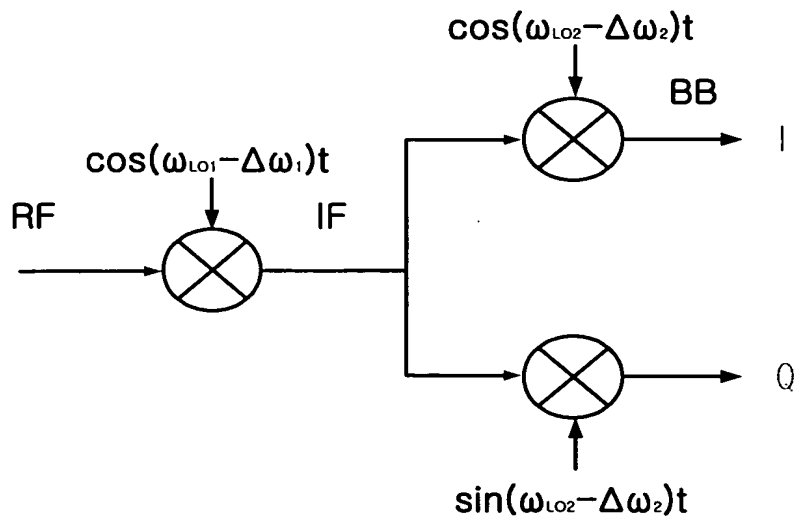




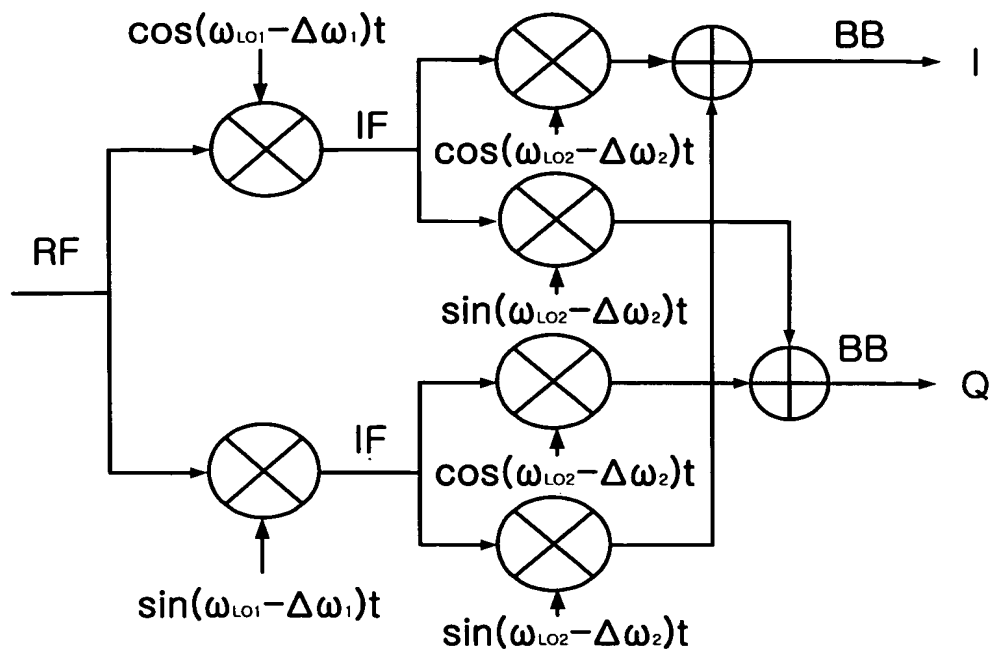
【도 2】



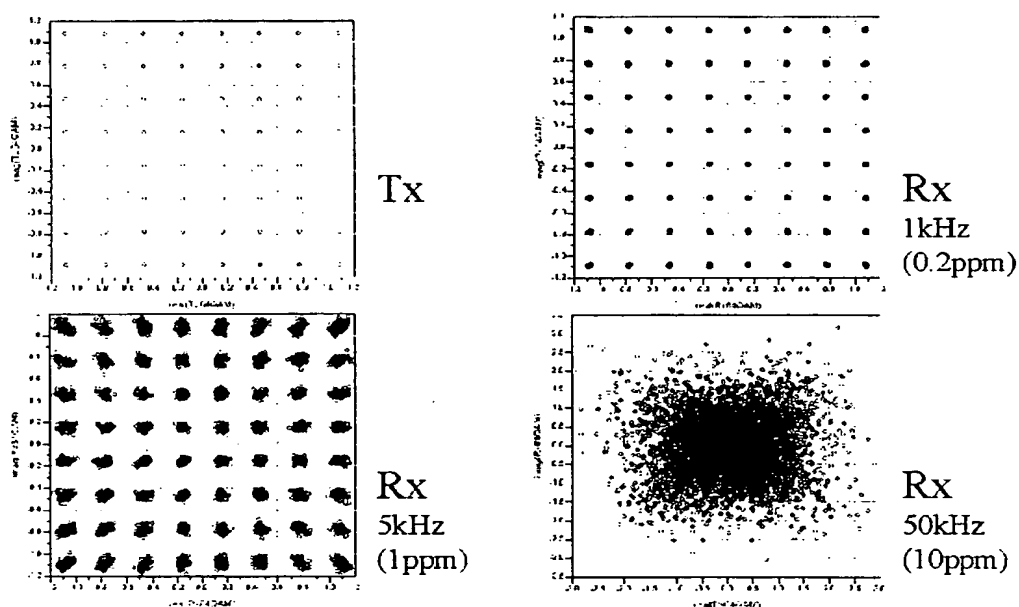
【도 3】



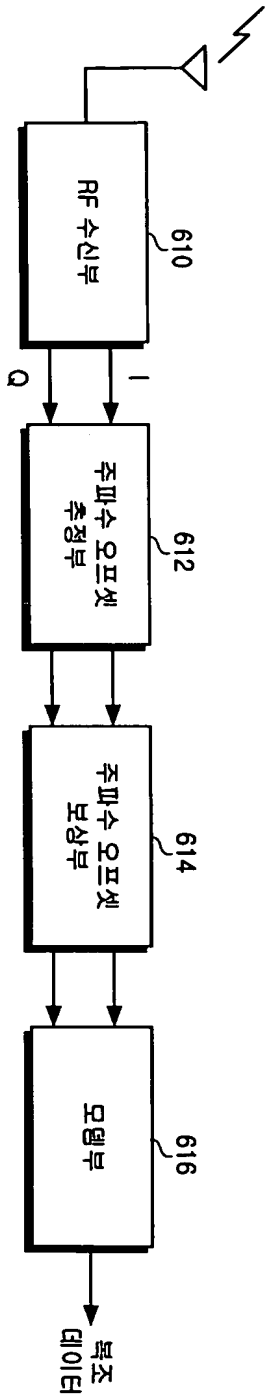
【도 4】



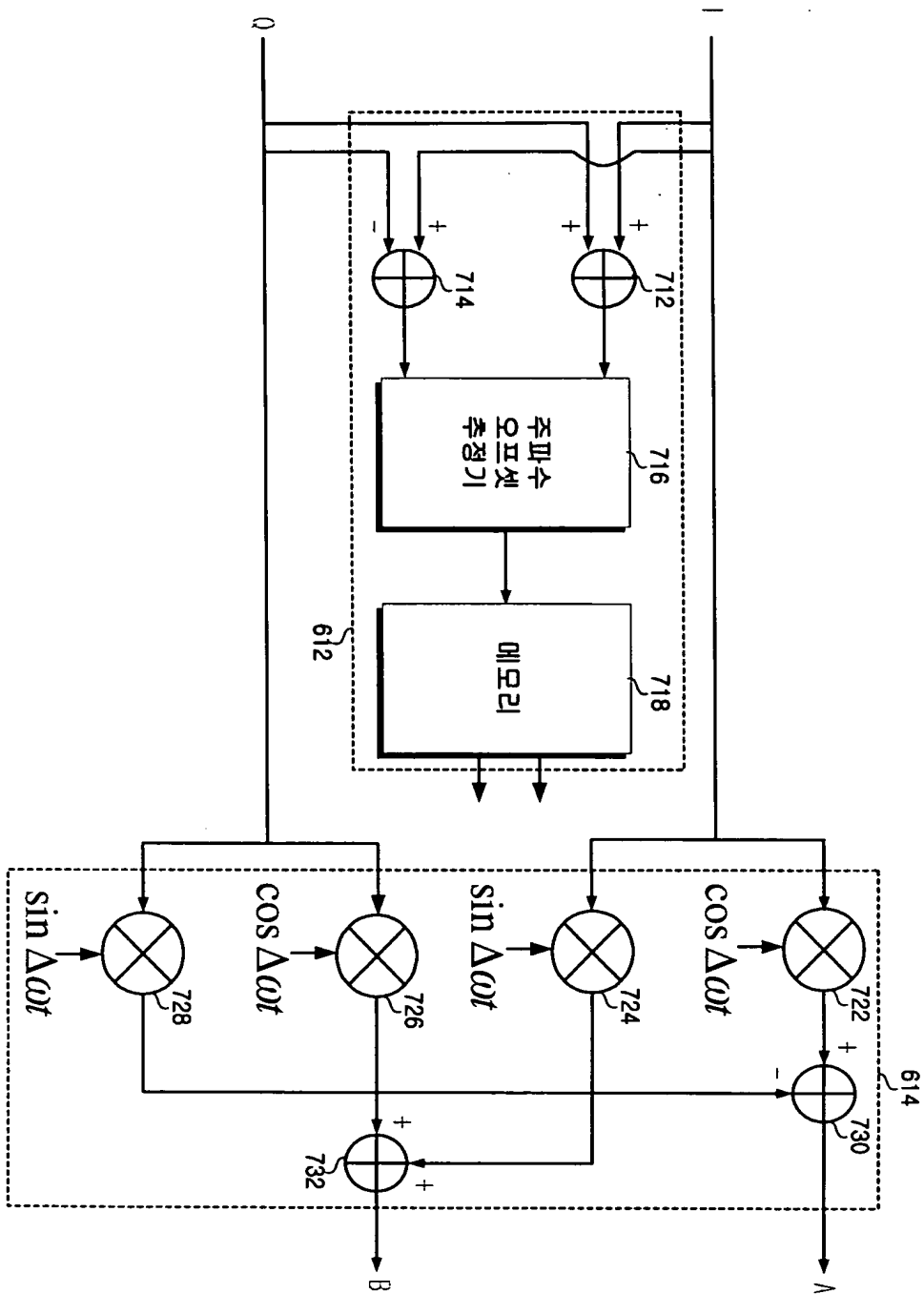
【도 5】



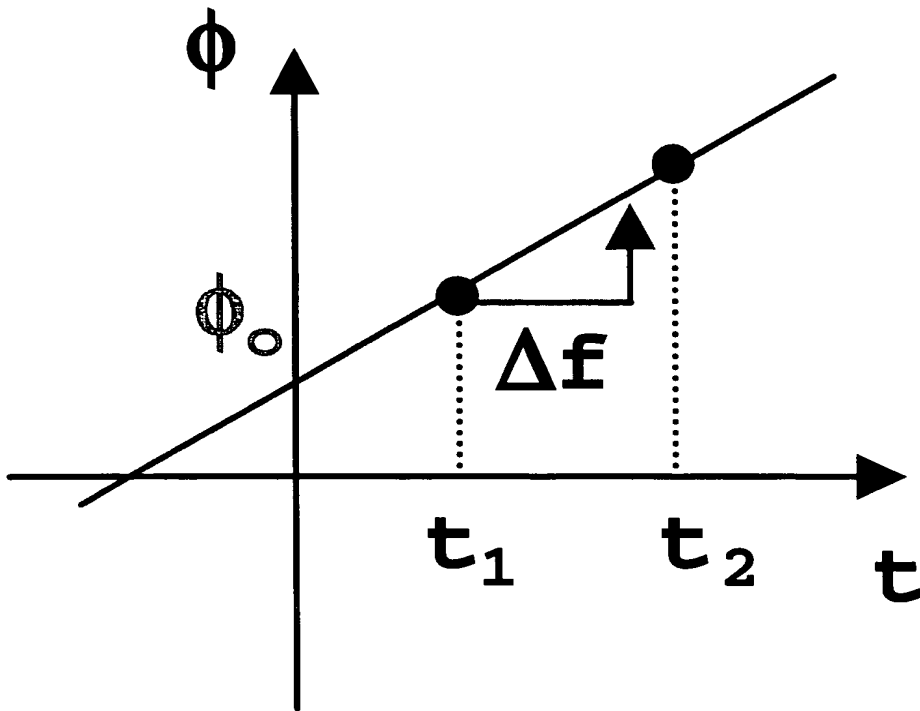
【도 6】



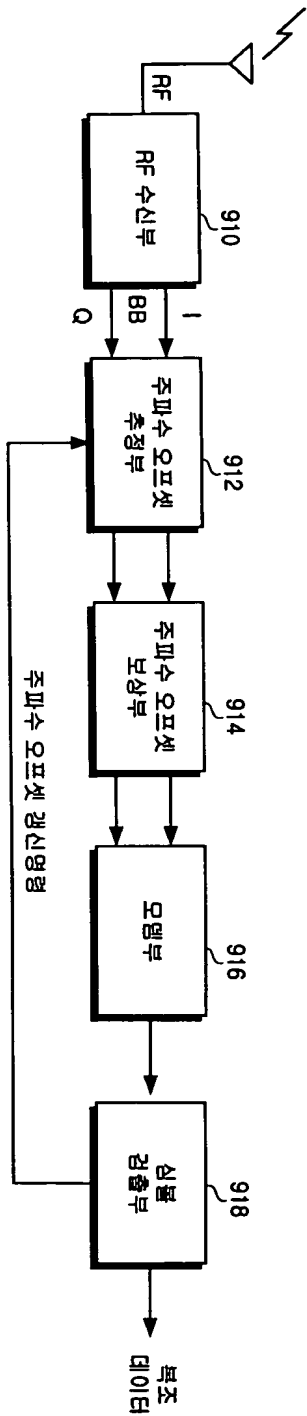
【도 7】



【도 8】



【도 9】





【도 10】

